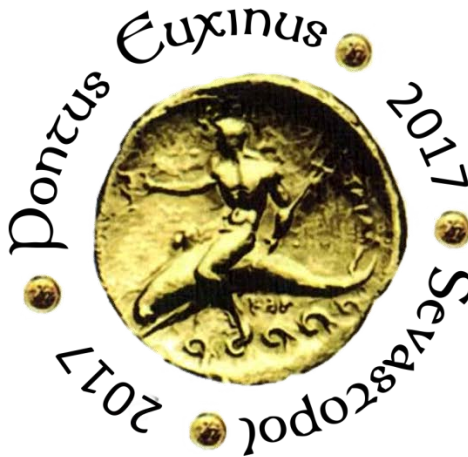


Федеральное государственное бюджетное учреждение  
науки «Институт морских биологических исследований  
имени А.О. Ковалевского РАН»

PONTUS EUXINUS  
ПОНТ ЭВКСИНСКИЙ : X



Тезисы X Всероссийской  
научно-практической конференции  
молодых ученых

«*Pontus Euxinus 2017*»

по проблемам водных экосистем,  
в рамках проведения Года экологии  
в Российской Федерации

Севастополь  
2017

**Жондарева Я.Д.**

ФГБУН «Институт морских биологических исследований имени А.О. Ковалевского РАН», пр. Нахимова, 2, г. Севастополь, 299011  
*yana.zhondareva@yandex.ru*

### **КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА РОСТА *PHAEODACTYLUM TRICORNUTUM* В НАКОПИТЕЛЬНОЙ КУЛЬТУРЕ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ МЕЛАССЫ КАК ОРГАНИЧЕСКОГО ИСТОЧНИКА УГЛЕРОДА**

Введение. Рост микроводорослей в значительной мере зависит от углеродного обеспечения клеток, в том числе и от источника углерода. Многие микроводоросли способны поглощать содержащиеся в среде органические вещества и осуществлять гетеротрофный или фотогетеротрофный типы питания, или сочетать их совместно с фотосинтезом, переходя на миксотрофное питание. Такие организмы получают адаптивное преимущество, так как способны к оптимальному выбору способа питания в зависимости от условий среды. Изучение влияния органических веществ на рост микроводорослей в естественных условиях осложняется невозможностью контроля за изменениями окружающей среды, поэтому анализировать скорости их роста возможно только при использовании лабораторных культур водорослей в качестве модельных объектов.

При добавлении в среду глицерина в концентрации не более 100 моль как источника углерода повышается скорость роста *Phaeodactylum tricornutum* и увеличивается плотность культуры практически в 2 раза (García, 2006; Жондарева, 2016). Действие органических веществ на рост микроводорослей зависит не только от их концентрации в среде, но и от химической природы этих соединений. Так, наличие в среде глюкозы несколько замедляет рост культуры *P. tricornutum* (Жондарева, 2016).

Таким образом, органические вещества, применяемые при миксотрофном питании микроводорослей должны быть не только недорогими и простыми для стерилизации, но и обеспечивать хороший рост и синтез биопродуктов. В мире существует множество крупных производителей сахара и, соответственно, побочной продукции, например, мелассы, содержащей более 50% углеводов, поэтому она находит свое потенциальное применение для выращивания микроорганизмов.

Целью данной работы было исследование ростовых характеристик *Phaeodactylum tricornutum* при накопительном

культивировании с использованием мелассы как органического источника углерода в условиях непрерывного освещения. *P. tricornutum* – одноклеточная диатомовая микроводоросль, являющаяся перспективным объектом альгобиотехнологии как источник полиненасыщенных жирных кислот, и может широко использоваться как модельный объект для изучения физиологических реакций водорослей на присутствие в среде доступных органических соединений.

Материалы и методы работы. Исследование проводили с альгологически чистой культурой морской микроводоросли *Phaeodactylum tricornutum* Bohlin, полученной из коллекции Института морских биологических исследований им. А.О. Ковалевского РАН (г. Севастополь).

*P. tricornutum* культивировали на питательной среде Тренкеншу, содержащей природную морскую воду соленостью 18 ‰, которая предварительно пастеризовалась в течение 3 суток. Водоросль выращивали на унифицированной лабораторной установке в культиваторах плоскопараллельного типа объемом 1 л с толщиной слоя культуры 2 см при непрерывном освещении люминесцентными лампами в течение 9 суток до стационарной стадии роста культуры (Тренкеншу, Лелеков, 2017). Освещенность рабочей поверхности фотобиореакторов составляла 8 клк, средняя температура на протяжении всего эксперимента – 20–21°C. Ежедневно сырой и сухой вес биомассы объемно-весовым методом: клетки культуры микроводоросли отделяли от культуральной жидкости центрифугированием при 3000 об/мин.

Полученные результаты. Микроводоросль культивировали в накопительном режиме до достижения стационарной фазы роста. Аппроксимированием линейной фазы роста вычислили максимальную продуктивность культуры. Культура достигла 2,1 г/л сухого вещества с линейной скоростью роста 0,48 г/л сухого вещества в сутки. Остановка дальнейшего роста культуры объясняется наступлением углеродного компенсационного пункта фотосинтеза. Затем на 10 и 17-ые сутки в культуральную среду внесли мелассу как дополнительный источник углеродного питания (Сорг) в концентрации 5 г, что привело к увеличению плотности культуры в 2 и 1,5 раза соответственно, составив на 35-е сутки культивирования 5,1 г/л (табл.1).

Наблюдалось, что добавление экзогенного органического источника углерода, утилизируемого клетками водорослей, вызывает снижение скорости накопления биомассы и деления клеток микроводорослей. Вероятно, это связано с затратами

энергии клеток для перехода с фотоавтотрофного питания на миксотрофный тип и перестройки их метаболизма.

Таблица 1 – Кинетические параметры роста накопительной культуры *Phaeodactylum tricornutum*

Pm, г/л·сут	0,48		Pm, /л·сут	0,25		Pm, /л·сут	0,08
Vm, г/л	2,1	Сорг <sub>10</sub>	Vm, г/л	2	Сорг <sub>17</sub>	Vm, г/л	5,1

Pm – максимальная продуктивность культуры, г/л·сут;

Vm – максимальная плотность культуры, г/л;

Сорг<sub>10</sub> и Сорг<sub>17</sub> – добавление органического источника углерода на 10 и 17-ые сутки соответственно.

После внесения в среду органического углерода в эксперименте также был отмечен длительный переходный период к возобновлению роста, и его продолжительность, составляла около 4 суток (Тренкеншу, 2017). Это время расходуется на синтез в клетке «белков-переносчиков» и на формирование транспортных импорт-систем для поглощения клеткой органического углерода (Тренкеншу, 2016).

Таким образом, содержание углерода в культуре микроводорослей является одним из важнейших факторов, определяющих накопление максимальной плотности культуры. Результаты работы подчеркивают возможность использования мелассы в качестве перспективного источника углерода при накопительном культивировании *Phaeodactylum tricornutum*.

#### Список использованной литературы

1. García M.C., Camacho F.G, Miron A.S., Sevilla J.M.F., Chisti Y., Grima E.M.. Mixotrophic production of marine microalga *Phaeodactylum tricornutum* on various carbon sources. // J. Microbiol. Biotechnol. 2006. 16(5). pp. 689-694.
2. Жондарева Я.Д. Миксотрофный рост *Phaeodactylum tricornutum* на неорганической среде с глюкозой и глицерином в накопительной культуре / Морские биологические исследования: достижения и перспективы: в 3-х т.: сб. материалов // Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2016. Т. 3. С. 378-382.
3. Тренкеншу Р.П., Лелеков А.С., Боровков А.Б., Новикова Т.М Унифицированная установка для лабораторных исследований микроводорослей // Вопросы современной альгологии. 2017. № 1 (13). URL: <http://algology.ru/1097>.

4. Тренкеншу Р.П., Жондарева Я.Д. Лаг-период культуры *Phaeodactylum tricornutum* Bohlin при переходе на гетеротрофный тип питания // Вопросы современной альгологии. 2017. № 1 (13). URL: <http://algology.ru/1141>.

5. Тренкеншу Р.П., Жондарева Я.Д. Кинетика симпорта органических форм биогенов у микроводорослей / Морские биологические исследования: достижения и перспективы: в 3-х т.: сб. материалов // Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2016. Т. 3. С. 452–455.

**Зарипова З. И., Голиков А. В., Сабиров Р. М.**

Казанский (Приволжский) Федеральный Университет,  
ул. Кремлевская, 18, г. Казань, 420008  
[zarinazaripova@outlook.com](mailto:zarinazaripova@outlook.com)

## **МОРФОЛОГИЯ ЧЕЛЮСТНОГО АППАРАТА ОБЫКНОВЕННОГО АРКТИЧЕСКОГО КАЛЬМАРА *GONATUS FABRICII* (CERHALOPODA, OEGOPSIDA)**

Обыкновенный арктический кальмар *Gonatus fabricii* (Lichtenstein, 1818) – десятирукий головоногий моллюск из семейства Gonatidae, наиболее распространенный в арктических и субарктических водах Северной Атлантики, центральной части арктического бассейна и в западной части Баренцева моря (Roper et al., 2010). Данный вид кальмаров занимает важное место в арктической экосистеме, достигая огромных величин, биомассы и численности. Для многих морских млекопитающих, крупных рыб и морских птиц гонатусы являются основным объектом питания (Bjørke, 2001). Жизненный цикл *G. fabricii* характеризуется хорошо выраженными онтогенетическими вертикальными миграциями. Личинки и молодь встречаются главным образом в эпипелагических водах, взрослые гонатусы погружаются в мезопелагические и батипелагиальные слои воды. Большинство знаний о головоногих моллюсках, особенно в океанских водах, в значительной степени связано с анализом содержимого желудка поедающих их хищников (Clarke, 1996). Актуальность данного исследования определяется слабой изученностью всех аспектов биологии и экологии обыкновенного арктического кальмара, включая морфологию клюва и закономерности его роста, спектр питания и хищников, в то время как определение трофических